

水産加工食品中の総水銀に関する実態調査

Investigation of Total Mercury Content in Processed Marine Foods

西村 一彦 桂 英二 高橋 哲夫

Kazuhiko NISHIMURA, Eiji KATSURA and Tetsuo TAKAHASHI

Key words : total mercury (総水銀) ; processed marine food (水産加工食品) ; Hokkaido (北海道) ; intake estimation (摂取量評価)

水銀及びその化合物による生体汚染については、水俣病で知られるようなメチル水銀の高濃度汚染のみならず、現在では、低濃度で長期にわたる汚染が問題視されている^{1,2)}。特に水銀及びその化合物に対して感受性が高いとされる胎児や小児において、水産食品由来の微量水銀の影響が懸念されている^{3,4)}。水産食品中の総水銀暫定規制値は、昭和48年に $0.4 \mu\text{g/g}$ と設定されているが⁵⁾、北欧沖のフェロー諸島での出生コホート研究やインド洋のセイシェル諸島での小児発達研究など慢性的なメチル水銀曝露に関する研究結果を受け^{4,6-10)}、メチル水銀のリスク再評価が行われた。厚生労働省は、食品安全委員会が提出した胎児をハイリスクグループとしてとらえ妊婦におけるメチル水銀の耐用摂取基準を $2.0 \mu\text{g/kg}$ 体重/週とするという答申を基に、平成15年に通知していた「水銀を含有する魚介類等の摂取に関する注意事項について」¹¹⁾を平成17年に「妊婦への魚介類の摂取と水銀の注意事項の見直しについて」¹²⁾へと見直している。「国民栄養調査の現状」¹³⁾によると日本人の1日当たりの魚介類の摂取量は 84.0 g であり、その内訳は魚介類加工食品が 29.3 g と魚介類摂取量の約35%を占めている。生鮮魚介類中の総水銀濃度に関しては当所を含め多くの機関で継続的に調査研究が行われており¹⁴⁻²²⁾、厚生労働省の調査結果²¹⁾では、魚介類中の水銀含有量について約9700件の検査データが取りまとめられているが加工食品に関しては85件と全体の1%未満で、加工食品の報告例は少ない^{17,22)}。

今回、北海道内で流通する水産加工食品の安全性を評価するために2007～2008年に水産加工食品(N=100)中に残留する総水銀濃度について調査を行い、その安全性について考察を加えた。

方 法

1. 調査試料

2007年6月～2008年6月に札幌市内のスーパーマー

ケットで水産加工食品(N=100)を購入し、調査試料に供した。その内訳は以下の通りである。

缶詰(N=40)、乾物(ふりかけN=5、カツオ節・煮干しN=4、珍味などN=7)、佃煮(N=12)、練り製品(N=11)、調味料(魚醤油N=2、オイスターソースN=1、和風出汁の素N=4)、魚卵(N=4)、その他(酢漬けN=1、生姜煮N=1、塩ウニN=1、かにみそN=1、冷凍食品N=1、蒲焼きN=2、ウナギ肝吸いN=1、フレークN=1、パウチN=1)。

調査対象部位は、可食部とするため、試料から余分な油分、煮汁などを除き、フードプロセッサで細切均一化を行った。

2. 試薬・装置

総水銀標準品には和光純薬工業(株)製の水銀標準液を用いた。五酸化リン(V)(特級)と過マンガン酸カリウム(有害金属測定用)は関東化学(株)製を、塩化ヒドロキシアンモニウム、塩酸、硫酸は和光純薬工業(株)製の有害金属測定用を用いた。水銀測定には平沼産業(株)製の平沼式水銀濃度計HG-200を使用した。

3. 分析方法

総水銀の測定は、厚生労働省通達「魚介類の水銀の暫定的規制値について」の別紙2に記載されている還元気化－フレームレス原子吸光法に準じて行った。総水銀の前処理は同別紙2の(9)記載の石英管燃焼吸収法で行った⁵⁾。検出限界値(DL)は $0.005 \mu\text{g/g}$ であり、それ未満を非検出(ND)とした。また、測定値は小数点以下2桁で表した。

結 果 と 考 察

1. 水産加工食品中の総水銀濃度

水産加工食品中の総水銀濃度調査結果をTable 1に示した。100試料中86試料から水銀が検出されたが、暫定的規制値($0.4 \mu\text{g/g}$)を超える試料はなかった。これらのうち缶詰、乾物、佃煮、その他で比較的高濃度の水銀が検

Table 1 Content of Total Mercury in Processed Marine Foods

No.	Article form	Fish name (main foodstuff)	Total-mercury ($\mu\text{g/g}$ wet)	Water (%)	Amount of contents (g)	Fish name (additive)	Note
1		Angler (liver)	0.11	51.2	90		boil plain
2		Ark-shell	0.03	64.2	65		seasoned
3		Clam	0.02	70.5	90	Shellfish extract	boil plain
4		Clam	0.02	86.4	90	Shellfish extract	boil plain
5		Crab (Blue crab)	0.03	82.5	80		flake
6		Crab (Snow crab)	0.08	70.5	50		flake
7		Crab (Snow crab)	0.14	79.4	55		flake
8		Mackerel	0.11	61.4	200		boil plain
9		Mackerel	0.03	56.7	180		boil plain
10		Mackerel	0.12	53.4	190		boiled with <i>miso</i>
11		Mackerel	0.14	54.8	135		boiled with <i>miso</i>
12		Mullet	0.09	66.5	90	Fermented seasoning	seasoned
13		Pink salmon	0.02	66.3	100		boil plain
14		Pink salmon	0.03	66.7	100		seasoned
15		Sardine	0.01	53.8	100		boiled with <i>miso</i>
16		Sardine	0.01	57.8	100		seasoned
17		Sardine	0.01	58.3	100		<i>kabayaki</i>
18		Sardine (Anchovy)	0.11	54.7	45		marinated with oil
19		Sardine	0.03	59.7	106		marinated with oil
20	Canned food	Sardine	0.02	73.5	100	Kelp	tangle roll
21		Saury	0.05	47.6	100		<i>kabayaki</i>
22		Saury	0.08	54.4	100		boiled in grated radish
23		Saury	0.06	52.0	100		<i>kabayaki</i>
24		Saury	0.07	52.4	210		seasoned
25		Scallop	0.01	75.2	70		boil plain
26		Sea ell	0.06	52.4	85	Kelp extract, dried bonito extract	<i>kabayaki</i>
27		Skipjack	0.05	64.7	80		oiled (flake)
28		Squid	0.04	67.6	100		seasoned
29		Squid (Cuttle fish)	0.04	66.8	155		seasoned
30		Tuna	0.06	60.1	155		seasoned (head meat flake)
31		Tuna	0.08	61.9	75	Tuna extract	seasoned (flake)
32		Tuna	0.19	64.0	80	Tuna extract	boiled in seasoned
33		Tuna (Longfin white tuna)	0.36	69.3	80		flake
34		Tuna (Longfin white tuna)	0.38	58.5	75		
35		Tuna (Yellowfin tuna)	0.12	69.8	80	Scallop extract	boil plain (flake)
36		Tuna (Yellowfin tuna)	0.06	78.6	80	Scallop extract	flake
37		Whale (Mink whale)	0.02	78.3	85		roast meat
38		Whale (Mink whale)	0.04	62.1	160		boiled in sake and ginger
39		Whale (Mink whale)	0.05	59.0	170		boiled in sake and ginger
40		White flesh	0.01	35.5	230		preserved in <i>miso</i>
41		Clam	ND	19.9	28		flake
42		Cod	0.02	13.9	100		
43		Jellyfish	ND	70.2	70		
44		Opossum shrimp	0.03	15.8	20		
45		Saffron cod	0.15	21.8	70		
46		Sardine	0.07	2.3	55	Mackerel flake, dried bonito	flake
47		Sardine (Anchovy)	0.02	16.0	30		
48	Dried food	Sardine (Anchovy)	0.02	14.9	20		
49		Seaweed (<i>Hijiki</i>)	0.01	33.2	35		flake
50		Seaweed (Kelp)	ND	17.8	32	Kelp extract	
51		Skipjack	0.12	14.2	3		dried bonito
52		Skipjack	0.11	12.9	180		dried bonito
53		Skipjack	0.06	20.4	50		dried bonito
54		Squid	0.08	26.9	35		smoked
55		Squid	0.06	27.3	30		smoked
56		Squid	0.08	44.0	35		smoked

Table 1 Content of Total Mercury in Processed Marine Foods (Continued)

No.	Article form	Fish name (main foodstuff)	Total-mercury ($\mu\text{g/g}$ wet)	Water (%)	Amount of contents (g)	Fish name (additive)	Note
57		Atka mackerel	0.02	48.9	140	Spikjack extract, kelp extract	sweet-boiled
58		Blenny	0.01	27.7	80		
59		Capelin	0.02	45.0	105	Spikjack extract, kelp extract	sweet-boiled
60		Herring	0.10	43.0	140	Spikjack extract, kelp extract	sweet-boiled
61		Opossum shrimp	0.01	35.6	45		
62	<i>Tsukudani</i>	Pond smelt	0.07	29.9	90	Spikjack extract, kelp extract	sweet-boiled
63		Pond smelt	0.06	29.6	85	Spikjack extract, kelp extract	sweet-boiled
64		Roll shell	0.03	70.7	130		sweet-boiled
65		Sandlance	0.01	26.9	60		
66		Seaweed (<i>Nori</i>)	ND	63.1	100		
67		Seaweed (<i>Nori</i>)	ND	62.5	90		
68		Tuna	0.29	33.9	75	Kelp	
69		Atka mackerel	0.01	66.2	140	Cod	fish sausage
70		Atka mackerel	0.01	72.2	35	Cod	fish sausage
71		Cod	0.01	78.3	95		<i>kamaboko</i>
72		Cod	0.01	77.6	85		<i>kamaboko</i>
73		Cod	ND	63.3	48	Atka mackerel	fish sausage
74	Fish paste	Cod	ND	66.9	95	Atka mackerel	fish sausage
75		Cod	0.01	76.0	135	Sea bream	<i>kamaboko</i>
76		Fish meat	0.01	69.4	50		<i>kamaboko</i>
77		Fish meat	0.06	75.6	120		<i>hanpen</i>
78		Fish meat	0.02	73.9	20		<i>tikuwa</i>
79		Salmon	0.01	67.8	200	Atka mackerel	fish sausage
80		<i>Iriko</i>	0.01	4.9	35	Kelp	dried soup stock
81		Oyster	ND	62.3	120	Spikjack extract	oyster sauce
82		Sardine (Anchovy)	ND	62.8	70		fish sauce
83	Seasoning	Sardine (Anchovy)	ND	58.9	70		fish sauce
84		Skipjack	0.01	3.2	8		dried soup stock
85		Skipjack	0.02	4.7	35	Kelp	dried soup stock
86		Skipjack	0.01	3.2	12		dried soup stock
87		Flyingfish roe	ND	72.3	60		marinated with soy sauce
88	Fish egg	Herring roe	ND	78.7	130		marinated with soy sauce
89		Salted alaska pollack roe	ND	67.8	53		
90		Salted salmon egg grains	ND	50.4	70		marinated with soy sauce
91		Big-eyed herring	0.03	59.3	90	Capelin egg	marinated with vinegar
92		Crab (Red snow crab)	0.10	68.2	60		
93		Eel	0.12	55.5	150		<i>kabayaki</i>
94		Eel	0.05	55.6	80		<i>kabayaki</i>
95	Other	Eel (liver)	0.13	66.0	8		
96		Salmon	0.03	51.4	36		flake
97		Sardine	0.05	34.0	100		boiled with ginger
98		Shrimp	0.01	67.0	130		
99		Tuna (Yellowfin tuna)	0.03	58.8	80		
100		Urchin	0.01	67.7	180		salted

ND : Not detect ($<0.005 \mu\text{g/g}$)

* *Tsukudani* : Products seasoned with soybean sauce

出された。缶詰はすべての試料から $0.01 \sim 0.38 \mu\text{g/g}$ の総水銀が検出され、平均 $0.07 \mu\text{g/g}$ であった。乾物は 13 試料から $0.01 \sim 0.15 \mu\text{g/g}$ 検出され、平均 $0.05 \mu\text{g/g}$ であった。佃煮は 10 試料から $0.01 \sim 0.29 \mu\text{g/g}$ 検出され、平均 $0.05 \mu\text{g/g}$ であった。練り製品は 9 試料から $0.01 \sim 0.06 \mu\text{g/g}$ 検出され、平均 $0.01 \mu\text{g/g}$ であった。調味料は 4 試料から $0.01 \sim 0.02 \mu\text{g/g}$ 検出されたが、平均では DL 未満であった。魚卵は、いずれの試料からも水銀は検出されなかった。その他の試料ではすべての試料から $0.01 \sim 0.13 \mu\text{g/g}$ 検出され、平均 $0.06 \mu\text{g/g}$ であった。これらの中で缶詰 (No. 33, 34) は 0.36 及び $0.38 \mu\text{g/g}$ と規制値に近い濃度のものがあり、原材料はいずれもマグロであった。その他、比較的水銀の濃度が高かった缶詰 (No. 7, 8, 10, 11, 18, 32, 35), その他 (No. 92, 93, 95) では一般的に水銀濃度が高いとされるマグロ、ベニズワイガニ、ウナギなどが原材料であった。コマイ (乾物 No. 45) は生鮮魚に比べ 3 倍以上の数値を示したが、この場合、水分の補正を行うとほぼ生鮮魚と同等であった (水分含量 21.3% , 生鮮魚の水分含量約 80%)。また、イワシ (乾物 No. 46), ニシン (佃煮 No. 60), ワカサギ (佃煮 No. 62, 63) では、主原料の他に水銀濃度が比較的高いカツオの切り節 (イワシ), カツオの抽出エキス (ニシン, ワカサギ) が調味料として用いられていた。

加工食品では主原料以外にも加工工程で使われる調味料や添加物由来の水銀も含まれる可能性があり、原材料の水銀濃度からその加工品の濃度を推定するのではなく、加工品そのものを分析することが重要であると考えられた。

2. 摂取量評価

今回の調査によって明らかになった水産加工食品の最大摂取量を見積もるため、検出された総水銀濃度がすべて高毒性のメチル水銀に由来するものと仮定して摂取量評価を行った。体重 50 kg の妊婦のメチル水銀の週間耐用摂取量は $100 \mu\text{g}$ (水銀として) である。日本人の総水銀摂取量は $8.1 \mu\text{g/日}$ で、このうち 84% が魚介類からの摂取とされている⁵⁾。また、国民栄養調査¹³⁾によると魚介類摂取量に占める加工食品の割合が 35% であるので、生鮮魚介類からの水銀摂取量は約 $4.4 \mu\text{g/日}$ である。今回の調査で総水銀濃度が最も高かった ($0.38 \mu\text{g/g}$) 加工食品のみを摂取した場合を想定すると、すべてがメチル水銀と仮定して、その耐用摂取量を超さないためには生鮮魚介類に加えて 1 週間に約 180 g しか水産加工食品を摂取できない計算となる。しかし、平均総水銀濃度 ($0.05 \mu\text{g/g}$) の加工食品では、1 週間に約 $1,400 \text{ g}$, すなわち 1 日当たり約 200 g 摂取できる計算となる。これは日本人の平均的な魚介類加工食品摂取量の約 6.7 倍に相当し、通常の食生活において特に魚介類の摂取を避けるといった注意は必要ないと考えら

れた。

今後、食生活の変化で、魚介類摂取の 35% を占める加工食品摂取は多くなる可能性がある。食の安全安心の観点から生鮮魚介類に加え主原料以外の水銀を含有する材料や添加物由来の水銀も含まれる加工食品について水銀の調査結果を蓄積し、広く情報発信を行う必要があると考える。また、総水銀濃度を論じるだけでなく、メチル水銀の濃度についても調査を行い、より詳細な加工食品の安全性評価を行う必要があると考えられる。

文 献

- 1) 村田勝敬, 仲井邦彦, 佐藤 洋: 環境学会誌, 17, 191-198 (2004)
- 2) 村田勝敬, 巖石美和子, 岩田豊人: 秋田県公衆衛生学雑誌, 3, 7-15 (2005)
- 3) 村田勝敬, 巖石美和子: 秋田医誌, 57, 73-83 (2007)
- 4) 秋葉澄伯, 安藤哲夫: 公衆衛生, 59, 317-320 (1995)
- 5) 厚生省環環第 99 号厚生省環境衛生局長通知別紙 2 「魚介類の水銀の暫定的規制値について」, 昭和 48 年 7 月 23 日
- 6) 荒記俊一, 村田勝敬: 公衆衛生, 59, 321-324 (1995)
- 7) 村田勝敬, 巖石美和子: 日衛誌, 57, 564-570 (2002)
- 8) 岡 知子, 仲井邦彦, 亀尾聡美, 佐藤 洋: 環境化学会誌, 17, 163-168 (2004)
- 9) 村田勝敬, 巖石美和子, 岩田豊人: 環境化学会誌, 17, 169-180 (2004)
- 10) 村田勝敬, 巖石美和子: 日衛誌, 60, 4-14 (2005)
- 11) 厚生労働省食基発第 0603003 号 「水銀を含有する魚介類等の摂取に関する注意事項について」, 平成 15 年 6 月 3 日
- 12) 厚生労働省食安基発第 1102002 号 「妊婦への魚介類の摂取と水銀に関する注意事項について」, 平成 17 年 11 月 2 日
- 13) 国民健康・栄養の現状—平成 17 年厚生労働省国民・健康調査報告より—(The National Health and Nutrition Survey in Japan, 2005). 健康, 栄養情報研究会編, 第一出版, 東京, 2008, p.90
- 14) 北海道立衛生研究所食品科学部 (山本勇夫, 松田和子, 佐藤千鶴子) 編: 北海道沿岸魚介類中の重金属含有量, 北海道立衛生研究所, 札幌, 平成 2 年 10 月
- 15) 橋本 諭, 佐藤千鶴子, 齊藤明子: 道衛研所報, 51, 80-82 (2001)
- 16) 西村一彦, 齊藤明子, 中山憲司, 桂 英二, 佐藤千鶴子, 橋本 諭: 道衛研所報, 56, 49-51 (2006)
- 17) 伊藤弘一, 竹内正博, 江波戸拳秀, 雨宮 敬, 原田裕文, 戸谷哲也: 東京衛研年報, 25, 141-152 (1974)
- 18) 山野辺秀夫, 竹内正博, 水石和子, 中村 弘: 東京衛研年報, 43, 79-81 (1992)
- 19) 佐藤直之, 石井敬子, 佐藤昭男, 田中康夫, 日高利夫, 白井 進: 横浜衛研年報, 39, 95-97 (2000)
- 20) 板野一臣: 生活衛生, 51, 57-65 (2007)
- 21) 「魚介類に含まれる水銀の調査結果 (まとめ)」厚生労働省 HP (<http://www.mhlw.go.jp/topics/bukyoku/iyaku/syoku-anzen/suigin/dl/050812-1-05.pdf>)
- 22) 佐藤直之, 石井敬子, 佐藤昭男, 田中康夫, 日高利夫, 長岡 登: 横浜衛研年報, 42, 89-91 (2003)